

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-127585
 (43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int. Cl. H02N 2/00
 G04C 3/12

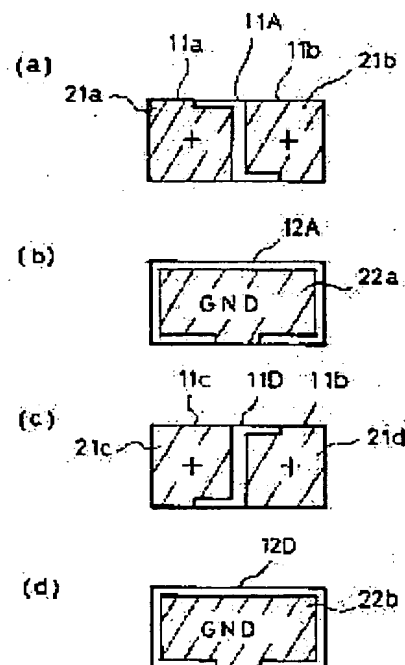
(21)Application number : 09-291343 (71)Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC
 (22)Date of filing : 23.10.1997 (72)Inventor : IINO AKIHIRO
 KASUGA MASAO
 SUZUKI MAKOTO
 SUZUKI KENJI

(54) ULTRASONIC MOTOR AND ELECTRONIC EQUIPMENT WITH THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent loss of vibration, miniaturize a device configuration, simplify manufacturing process, and at the same time efficiently utilize electrical energy.

SOLUTION: A motor is provided with a first piezoelectric vibrator 11A with a first polarization part 11b being excited by applying a voltage, and a second piezoelectric vibrator 11D that is laminated into one piece in a vertical direction which is in parallel with a polarization direction in the first piezoelectric vibrator 11A and at the same time has a second polarization part at a position that is separated from the first polarization part 11b of the first piezoelectric vibrator 11A in a horizontal direction, vertical to the polarization direction. A mobile body is moved by vibration where expansion and contraction vibrations which are generated by distortions in the polarization direction of the first polarization part 11b of the first piezoelectric vibrator 11A and by the first polarization part 11b of the second piezoelectric vibrator 11D and curvature vibration are composited.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.01.2002
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-127585

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51) Int.Cl.⁸
H 0 2 N 2/00
G 0 4 C 3/12

識別記号

F I
H 0 2 N 2/00
G 0 4 C 3/12

C
A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-291343
(22) 出願日 平成9年(1997)10月23日

(71) 出願人 000002325
セイコーインスツルメンツ株式会社
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(72) 発明者 飯野 朗弘
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ
イコーインスツルメンツ株式会社内
(72) 発明者 春日 政雄
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ
イコーインスツルメンツ株式会社内
(72) 発明者 鈴木 誠
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ
イコーインスツルメンツ株式会社内
(74) 代理人 弁理士 林 敬之助

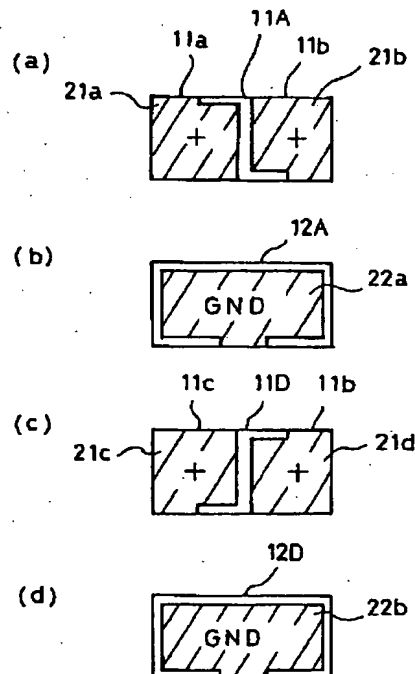
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波モータおよび超音波モータ付電子機器

(57) 【要約】

【課題】 振動のロスの防止、装置構成の小型化、製造工程の簡略化を図ると共に、電気エネルギーの高効率な利用を図る。

【解決手段】 電圧が印加されて励振する第1の分極部を有する第1の圧電振動子と、前記第1の圧電振動子に分極方向と平行な縦方向へ一体に積層されるとともに、前記第1の圧電振動子の第1の分極部から分極方向に対して垂直な横方向へ離反した位置に第2の分極部を有する第2の圧電振動子とを備え、前記第1の圧電振動子の第1の分極部と前記第2の圧電振動子の第1の分極部の分極方向の歪みにより生じた伸縮振動および屈曲振動を合成した振動により移動体を移動する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動体の振動を利用して移動体を移動させる超音波モータにおいて、振動体は全体が複数の圧電体を積層した圧電振動子からなり、第1の分極部を有する第1の圧電体と、前記第1の圧電体に分極方向と平行な縦方向へ一体に積層されるとともに、前記第1の圧電体の分極部から分極方向に対して垂直な横方向へ離反した位置に第1の分極部を有する第2の圧電体とを備え、前記第1の圧電体の第1の分極部と前記第2の圧電体の第1の分極部の分極方向の振動により生じた伸縮振動および屈曲振動を合成した振動により移動体を移動することを特徴とする超音波モータ。

【請求項2】 前記第1の圧電体および第2の圧電体は、互いの第1の分極部に対応する位置に、さらに第2の分極部を有することを特徴とする請求項1記載の超音波モータ。

【請求項3】 前記伸縮振動と同一位相で振動する第3の圧電体を一体に積層したことを特徴とする請求項1記載の超音波モータ。

【請求項4】 前記第1の圧電振動子と前記第2の圧電振動子の少なくとも一方に、前記第1の圧電体の第1の分極部と第2の圧電体の第1の分極部の間に、前記伸縮振動と同一位相で振動する第3の分極部を有することを特徴とする請求項1記載の超音波モータ。

【請求項5】 前記積層した圧電振動子の横方向に移動体を当接したことを特徴とする請求項1記載の超音波モータ。

【請求項6】 一つの移動体に対して、前記積層した圧電振動子を複数当接したことを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載の超音波モータ。

【請求項7】 請求項1から請求項6の何れかに記載の超音波モータを備えたことを特徴とする超音波モータ付電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、分極方向と平行な縦方向へ圧電振動子を一体に積層した超音波モータに係わり、特に圧電振動子の縦方向の振動を用いた超音波モータおよび超音波モータ付電子機器の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】近時、マイクロモータの分野において、圧電振動子の振動を利用する超音波モータが注目されている。特に、矩形状の圧電振動子の伸縮振動と屈曲振動（2重モード振動子）を用いた超音波モータは、この2つの振動の合成振動により対象物を直線運動、回転運動等させることから、各種用途に用いられている。また、高出力を必要とする用途には、圧電体を積層したタイプも用いられている（特開平7-184382号公報参照）。

【0003】図16は、矩形板状の圧電体を積層させた

タイプの超音波モータを示すものである。即ち、本超音波モータの基本振動子は、2重モード振動するため所定の分極処理され、分極方向へ積層された圧電体61、62、63、64、65、66と、圧電体61…66の分極方向に対して垂直方向の縁部61a、62a、63a、64a、65a、66aに設けられた出力取出部材71、72、73、74、75、76と、圧電体61…66の両面に設けた電極（図示省略）からなり、圧電体61…66を縦方向に3段、横方向に2列並べ、これら6個の圧電振動子を結合手段67、68、69で保持したものである。

【0004】そして、各々の圧電体61…66は、電極より電圧を印加されて2重モード振動し、この合成振動を各出力取出部材71…76に伝達し、出力取出部材71…76に当接されている対象物を移動させる。この状態では、複数の圧電体61…66から出力を取り出すので、高出力を得ようというものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記超音波モータによれば、各圧電体61…66の一部を上記結合手段67…69で固定しているにすぎないため、各圧電体61…66間に振動方向のパラツキを生じる。また、各圧電体61…66の固定部の振動は抑制されるため、振動のロスとなり、出力を有効に取り出せないという技術的課題が存在する。

【0006】また、各圧電体61…66の固定に別部材としての上記結合手段67…69を用いると、モータ全体構成の大型化、複雑化につながり好ましくなく、また、製造工程は、結合手段67…69を取付ける工程を加えるため、複雑になる。一方、圧電体を分極方向へ一体に積層して、圧電横効果のみにより出力を取り出す場合、上記問題点は解決されるものの、圧電横効果は電気-機械結合係数が小さいため、高出力が得られないという技術的課題を有する。

【0007】そこで、本発明は以上の技術的課題を解決するためなされたものであって、その目的は、振動のロスの防止、装置構成の小型化、製造工程の簡略化を図ると共に、電気エネルギーの高効率な利用を図る超音波モータ、および超音波モータ付電子機器を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】即ち、以上の課題を解決する手段は、請求項1に記載するように、電圧が印加されて励振する第1の分極部を有する第1の圧電体と、前記第1の圧電体に分極方向と平行な縦方向へ一体に積層されるとともに、前記第1の圧電体の第1の分極部から分極方向に対して垂直な横方向へ離反した位置に第2の分極部を有する第2の圧電体とを備え、前記第1の圧電体の第1の分極部と前記第2の圧電体の第1の分極部の縦方向の振動により生じた伸縮振動および屈曲振動を合成

した振動により移動体を移動することを特徴とする。

【0009】これによれば、第1の圧電体の分極部と第2の圧電体の第1の分極部は、各々縦方向および横方向へ励振し、それぞれの縦方向の振動の重ね合わせより伸縮振動を生じ、各々の横方向の振動と周囲の伸縮の関係から屈曲振動を生じ、この伸縮振動と屈曲振動を合成した楕円振動により移動体を移動する。また、圧電振動子に固定手段を用いることなく一体に積層することで、各振動子の振動を抑制することもなく、振動方向は一定に保たれる。

【0010】したがって、圧電縦効果による縦方向の振動を利用することで、電気エネルギーの高効率な利用が図られると共に、振動のロス、振動のばらつきが防止され、装置構成の小型化、製造工程の簡略化が図られる。請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記第1の圧電体および第2の圧電体は、互いの第1の分極部に対応する位置に、さらに第2の分極部を有することを特徴とする。

【0011】これによれば、各圧電体の第2の分極部のみを励振して、例えば、異なる位相の屈曲振動を生じさせ、逆回転の楕円振動を取り出す。また、例えば、第2の分極部を異なる位相で第1の分極部と同時に励振させ屈曲振動を拡大させる。したがって、正逆両方向の駆動力が得られるとともに、屈曲振動の変位又は位相変化により出力が調整される。

【0012】請求項3の発明は、請求項1記載の超音波モータにおいて、前記伸縮振動と同一位相で振動する第3の圧電体を一体に積層したことを特徴とする。これによれば、第3の圧電体は、伸縮振動と同一位相で縦方向へ振動して伸縮振動を拡大する。したがって、高出力の超音波モータが実現される。請求項4の発明は、請求項1記載の超音波モータにおいて、前記第1の圧電体と前記第2の圧電体の少なくとも一方に、前記第1の圧電体の第1の分極部と第2の圧電体の第1の分極部の間に、前記伸縮振動と同一位相で振動する第3の分極部を有することを特徴とする。

【0013】これによれば、第3の分極部は伸縮振動と同一位相で縦方向へ振動して伸縮振動を拡大する。したがって、高出力の超音波モータが実現される。ここで、第3の分極部は第1の圧電体のみ、第2の圧電体のみ、または、第1および第2の圧電体に設けてもよい。請求項5の発明は、請求項1記載の超音波モータにおいて、前記積層した圧電振動子の横方向に移動体を当接したことを特徴とする。

【0014】これによれば、積層した圧電振動子は横方向で合成した振動により、移動体を移動する。請求項6記載の発明は、請求項1から請求項4に何れか記載の超音波モータにおいて、球状の移動体の少なくとも1箇所に前記積層した圧電振動子を当接したことを特徴とする。

【0015】これによれば、積層した圧電振動子は球状の移動体の1箇所に対して駆動力を加えて任意の軸回りの運動をさせ、また、複数箇所に対して駆動力を加えて、移動体を任意に運動させる。請求項7記載の発明は、請求項1から請求項6の何れかに記載の超音波モータを超音波モータ付電子機器に備えたことを特徴とする。

【0016】これによれば、上記超音波モータを駆動源とする超音波モータ付電子機器が実現される。

10 【0017】

【発明の実施の形態】以下、図1～図15を参照して本発明を適用した実施の形態を詳細に説明する。

〔実施の形態1〕図1は、本発明を超音波モータに適用した実施の形態1を示すものであり、同図(a)は断面構造を、同図(b)は平面構造を示す。

【0018】本実施の形態は、図1に示すように、振動体10と、振動体10の積層方向の縁部に設けられた出力取出部材31と、出力取出部材31に当接される移動体50と、移動体50を支持し、移動体50と出力取出部材31とを加圧する加圧機構41、42から構成されている。移動体50は、回転軸受けを有する回転体51と、回転体51を貫通する回転軸52と、回転軸52の基端を固定した固定部材53から構成されている。

【0019】出力取出部材31は、直形状であり、剛性を有する材料からなる。そして、振動体10の振動を回転体51に伝達すると共に、振動の変位を拡大する。加圧機構41、42は、振動体10に対向して設けられた固定部材42、振動体10を移動体50へ加圧する加圧部材41とからなる。振動体10は、圧電体11A、11B、11C、11D、11Eおよび圧電体12A、12B、12C、12D、12Eを交互に一体的に積層した構造であり、例えば、圧電体11Aと圧電体12A、圧電体11Bと圧電体12Bで対となる関係にある。

【0020】また、圧電体11A…11Eの一方の端面には分極処理に対応した部位に平面電極21を、圧電体12A…12Eの圧電体11A…11Eの平面電極21の対向する面に対極として基準電極22を固定している。図2は、振動体10の基本構造に係わる圧電体11A…11E、圧電体12A…12Eの平面構造および平面電極21、22のパターンを示す。

【0021】本発明の第1の圧電体としての圧電体11Aは圧電体11B、11Cと同一であり、本発明の第2の圧電体としての圧電体11Dは圧電体11Eと同一であり、また、圧電体12Aは圧電体12B…12Eと同一である。代表として圧電体11A、11D、およびこれに対となる圧電体12A、12Dについて説明する。

【0022】圧電体11A、11D、圧電体12A、12Dは、図2(a)～(d)に示すように、矩形板状であり、例えば、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸

鉛等の強誘電体材料を用いている。また、圧電体11A, 11Dの縦横比は所定の共振周波数を設定するように加工されている。また、圧電体11A, 11Dは、図2(a)、(c)に示すように、矩形面の長辺を2等分して、2つの部分11a, 11b, 11c, 11dに分割し、それぞれの分極部11a…11dに対応して平面電極21a, 21b, 21c, 21dを固定する。

【0023】また、圧電体11Aに固定した一方の平面電極21aの一部は、圧電体11Aの矩形面の一方の長縁で後述する側面電極と接続され、他方の平面電極21bの一部は、矩形面の他方の長縁で側面電極と接続される。また、圧電体11Dに固定した平面電極21dの一部は、矩形面の一方の長縁で接続され、平面電極21cの一部は、矩形面の他方の長縁で接続されている。また、圧電体12A, 12Dは、同図(b)に示すように、電極21a, 21b、平面電極21c, 21dの基準として矩形面の略全面に基準電極22a, 22bを固定するとともに、基準電極22a, 22bの一部は矩形面の他方の長縁で側面電極と接続されている。一体に積層された振動体10は電極22を基準として図に示すように電極21をプラスとして抗電界以上の電圧が印加され、分極処理がされている。

【0024】図3は、振動体10の積層面に沿って設けた側面電極32, 33, 34, 35, 36のパターンを示す。側面電極32…34は、同図(a)に示すように、振動体10の長縁に対応する一方の側面に設けられ、側面電極35, 36は、同図(b)に示すように、他方の側面に設けている。

【0025】ここで、側面電極32は圧電体11A…11Cの平板電極21bに接続され、側面電極33は圧電体12A…12Eの基準電極22a, 22bに接続され、側面電極34は圧電体11D…11Eの平板電極21cに接続される一方、側面電極35は圧電体11A…11Cの平板電極21aに接続され、側面電極36は圧電体11D, 11Eの平板電極21dに接続されている。

【0026】次に、図2～図4に基づいて本超音波モータの第1の使用方法について説明する。まず、回転体51を正回転させるため、図3(a)に示すように、各側面電極32, 33, 34に電圧を印加すると、図2に示すように、それぞれ圧電体11A…11Cの平面電極21b、圧電体12A…12Eの基準電極22a, 22b、圧電体11D, 11Eの平面電極21cに同位相の電圧が印加される。

【0027】電圧を印加された第1の分極部としての圧電体11A…11Cの分極部11bおよび圧電体11D, 11Eの分極部11cは、それぞれ電圧の印加方向に対して平行方向に伸縮する。(以下圧電縦効果という)

図4は、振動体10の振動状態を示す。振動体10は、

圧電縦効果により、圧電体11A…11Cの分極部11bおよび圧電体11D, 11Eの分極部11cが縦方向に伸縮し、全体として、同図に示すような、屈曲振動Aを生じると共に伸縮運動Bを生じる。

【0028】ここで、圧電縦効果は圧電横効果に比べて電気-機械結合係数が大きいので、圧電縦効果を利用することにより、全体のエネルギー効率を向上させる。また、圧電振動子11A…11Eを固定手段を用いることなく一体に積層することで、各振動子の振動を抑制することもなく、振動方向も一定に保たれる。次に、出力取出部材31は、この屈曲振動Aおよび伸縮振動Bより合成された楕円振動Cを伝達するとともに、この楕円振動Cを拡大する。

【0029】出力取出部材31に当接した回転体51は、一定方向の摩擦力を周期的に受けて、正方向へ回転する。一方、回転体51を逆回転させるためには、図3に示す各側面電極33, 35, 36に電圧を印加すると、図2に示すように、それぞれ圧電体11A…11Cの平面電極21a、圧電体12A…12Eの基準電極22a, 22b、圧電体11D, 11Eの平面電極21dに同位相の電圧が印加される。

【0030】このとき、本発明の第2の分極部としての分極部11aおよび分極部11dは励して、振動体10に伸縮振動Bおよび前述の屈曲振動Aと180°位相の異なる屈曲振動が生じる。そして、出力取出部材31の先端には楕円振動Cと逆回転の楕円振動を生じ、回転体51は逆方向の摩擦力を受けて、逆方向へ回転する。

【0031】さらに、第2の使用方法について説明する。即ち、図3に示す側面電極32, 34に同一位相の電圧、側面電極35, 36に側面電極32, 34と異なる同一の位相の電圧を印加する。このとき、例えば、圧電体11A…11Cの分極部21bと圧電体11D, 11Eの分極部11cが縦方向へ収縮したとき、圧電体11A…11Cの分極部11aと圧電体11D, 11Eの分極部11dが縦方向へ伸長することになる。

【0032】以下、屈曲振動と伸縮振動は合成され、出力取出部材31は変形の楕円振動を生じる。なお、側面電極32, 34と側面電極35, 36に加える位相差は適宜変更してもよい。以上より、本実施の形態によれば、各圧電体11A…11Eの分極部21a…21dは、各々縦方向へ励振し、それぞれの縦方向の振動の重ね合わせより伸縮振動を生じるようにしたので、大きな励振力を利用することで電気エネルギーの高効率な利用が図られる。

【0033】また、圧電体11A…11Eを固定手段を用いることなく一体に積層することで、振動を抑制することなく、振動方向を一定に保つようにしたので、各圧電体11A…11Eの振動のロス、振動方向のばらつきを防止し、装置構成を簡略化する。また、分極部11b, 11cと、分極部11a, 11dを励振させる位相

を変えることによりことにより、正逆両方向への駆動力を得る。

【0034】〔実施の形態2〕図5、図6は、本発明を超音波モータに適用した実施の形態2を示し、図5は振動体10の基本の積層構造を示し、図6は側面電極の配置を示す。図5(a)、(b)、(e)、(f)に示すように、各圧電体11A、11B、およびこれに対となる圧電体12A、12Cは、実施の形態1と略同様の構成であり、説明を省略する。

【0035】本実施の形態の特徴は、図5(c)、(d)に示すように、一対の圧電体11A、11Bの間に、矩形面の略全面を平面電極23aを固定した第3の圧電体としての圧電体13Aおよび対となる圧電体12Bを挿入した点にある。この圧電体13Aは、平面電極23aに対応して分極処理を施し、また、圧電体12Bには、対極として基準電極22bを固定している。

【0036】同図6(a)に示すように、側面電極32は圧電体11Aの正面右側の平面電極21bに接続され、側面電極33は圧電体12A、12B、12Cの基準電極22a、22b、22cに接続され、側面電極34は圧電体11Bの正面左側の平面電極21cに接続される。また、同図6(b)に示すように、側面電極35は圧電体11Aの正面左側の平面電極11aに接続され、側面電極36は圧電体11Bの正面右側の平面電極21dに接続され、側面電極37は圧電体13Aの平面電極23aに接続されている。

【0037】次に、図5、6に基づいて、本実施の形態の第1の使用方法について説明する。まず、回転体51を正回転させる場合、図6に示すように、側面電極32、33、34、37に電圧を印加すると、図5に示すように、それぞれ圧電振動子11Aの正面右側の平面電極21b、圧電体12A、12B、12Cの基準電極22a、22b、22c、圧電体11Bの正面左側の平面電極21c、圧電体13Aの平面電極23aに同一位相の電圧が印加される。

【0038】このとき、第1の分極部としての圧電体11Aの正面右側の分極部11bと圧電体11Bの正面左側の分極部11cの励振により、振動体10に伸縮振動および屈曲振動が生じる。また、圧電体13Aは、同一位相で伸縮振動し、振動体10の伸縮運動を拡大させる。

【0039】そして、出力取出部材31は楕円振動を行い、回転体51は摩擦力を受けて、正回転する。また、回転体51を逆回転させる場合、図6に示すように、側面電極33、35、36、37に電圧を印加すると、図5に示すように、それぞれ圧電体11Aの正面左側の平面電極21a、圧電体12A、12B、12Cの基準電極22a、22b、22c、圧電体11Bの正面右側の平面電極21d、圧電体13Aの平面電極23aに同一位相の電圧が印加される。

【0040】第2の分極部としての圧電体11Aの正面左側の分極部11a、圧電体11Bの正面右側の分極部21d、および圧電体13Aの略全面が励振し、振動体10に伸縮振動および屈曲振動が生じ、出力取出部材31は逆方向へ楕円振動し、回転体51を逆方向へ回転させる。一方、本実施の形態の第2の使用方法は、側面電極32、34、側面電極35、36、側面電極37の3組のうち、少なくとも2組を選択し、それぞれの組に位相の異なる電圧を印加する。

【0041】例えば、側面電極32、34と側面電極37の2組を選択した場合、出力取出部材31は、前記第1の使用方法の楕円振動に対して、異なる形態の楕円振動を行う。さらに、それぞれの組に異なる電圧を印加して、出力取出部材31の描く楕円振動を多種の形態にしてもよい。

【0042】以上より、本実施の形態によれば、圧電体13Aにより伸縮運動を拡大させるようにしたので、高出力の超音波モータが得られる。

〔実施の形態3〕図7、図8は、本発明を超音波モータに適用した実施の形態3を示し、図7は、基本の積層構造を、図8は側面電極の配置を示す。

【0043】図7(b)、(d)に示すように、圧電体14A、14Bの対になる圧電体12A、12Bは、実施の形態1と略同様の構成であり、説明を省略する。本実施の形態の特徴は、図7(a)、(c)に示すように、第1および第2の圧電振動子としての圧電振動子14A、14Bの矩形面を3分割し、各々の分割面14a…14c、14d…14fに対応して平面電極24a…24c、24d…24fを固定した点にある。そして、各々の分割面14a…14c、14d…14fに対して図中表側をプラスとし裏側をマイナスとして、抗電界以上の電圧を平面電極21a…21dに印加して分極処理を施している。

【0044】また、圧電振動子14Aに固定した一方の平面電極24aの一部は、圧電体14Aの矩形面の方の長縁で接続され、平面電極24b、24cの一部は、矩形面の他方の長縁で接続される。また、圧電体14Bに固定した平面電極24eの一部は矩形面の方の長縁で接続され、平面電極24d、24fの一部は、矩形面の他方の長縁で接続される。

【0045】図8(a)に示す側面電極32は、圧電体14Aの正面右側の平板電極24bに接続され、側面電極34は圧電体14Bの正面左側の平板電極24dに接続され、側面電極37は圧電体14A、14Bの正面真中の平面電極24c、24fに接続される。また、図8(b)に示す側面電極35は圧電体14Aの正面左側の平板電極24aに接続され、側面電極36は圧電体14bの正面右側の平板電極24eに接続され、側面電極33は圧電体12A、12Bの基準電極22a、22bに接続されている。

【0046】次に、図7、8に基づいて、本実施の形態の第1の使用方法について説明する。まず、回転体51を正回転させる場合、図8に示すように、側面電極33を基準として32、34、37に電圧を印加すると、図7に示すように、それぞれ圧電体14Aの正面右側の平面電極24b、真中の平面電極24c、圧電体14Bの正面左側の平面電極24d、真中の平面電極24f、圧電体12A、12Bの基準電極22a、22bに同一位相の電圧が印加される。

【0047】このとき、第1の分極部としての圧電体14Aの正面右側の分極部14bと圧電体14Bの正面左側の分極部14dの励振により、振動体10に伸縮運動および屈曲振動が生じる。また、第3の分極部としての圧電体14Aの真中の分極部14cおよび圧電体14Bの真中の分極部14fは、縦方向へ伸縮振動し、振動体10の伸縮運動を拡大させる。

【0048】そして、出力取出部材31は楕円振動を行い、回転体51は摩擦力を受けて、正回転する。また、回転体51を逆回転させる場合、図8に示すように、側面電極33を基準として35、36、37に電圧を印加すると、図7に示すように、圧電体14Aの正面左側の平面電極24a、真中の平面電極24c、圧電体14Bの正面右側の平面電極24e、真中の平面電極24f、圧電体12A、12Bの基準電極22a、22b、に同一位相の電圧が印加される。

【0049】第2の分極部としての圧電体14Aの正面左側の分極部14a、第3の分極部としての真中の分極部14c、第2の分極部としての圧電体14Bの正面右側の分極部24e、第3の分極部としての真中の分極部24fが励振する。振動体10に伸縮振動および屈曲振動が生じ、出力取出部材31は逆方向へ楕円振動し、回転体51を逆方向へ回転させる。

【0050】また、本実施の形態の第2の使用方法としては、側面電極32、34、側面電極35、36、側面電極37の3組のうち、少なくとも2組を選択し、それぞれの組に位相の異なる電圧を印加する。例えば、側面電極32、34と側面電極37の2組を選択した場合、出力取出部材31は、前記第1の使用方法の楕円振動に対して、異なる楕円振動を行う。

【0051】さらに、それぞれの組に異なる電圧を印加して、出力取出部材31の描く楕円振動を他の態様にしてもよい。以上より、本実施の形態によれば、圧電体14Aの真中の分極部14cおよび圧電体14Bの真中の分極部14fは、縦方向へ伸縮運動を拡大するようにしたので、高出力の超音波モータが得られる。

〔実施の形態4〕図9、図10は、本発明を超音波モータに適用した実施の形態4を示し、図9は、基本の積層構造を、図10は側面電極の配置を示す。

【0052】図9(b)、(d)に示すように、圧電体15A、15Bの対になる圧電体12A、12Bは、実

施の形態1と略同様の構成であり、説明を省略する。本実施の形態の特徴は、図7(a)、(c)に示すように、圧電体15A、15Bの矩形面を3分割し、各々の分割面15a、15b、15c、15d、15e、15fに対応して平面電極25a、25b、25c、25d、25e、25fを固定した点にある。そして、圧電体15Aの平面電極25b、25c、圧電体15Bの平面電極25d、25fに対して、図中表側をプラスとし裏側をマイナスとして分極処理を施し、圧電体15Aの平面電極25a、圧電体15Bの平面電極25eに対して、図中表側をマイナスとし裏側をプラスとして分極処理を施している。

【0053】また、圧電体15Aに固定した一方の平面電極25aの一部は、圧電体15Aの矩形面の方の長縁で接続され、平面電極25b、25cの一部は、矩形面の方の長縁で接続される。また、圧電体15Bに固定した平面電極25eの一部は矩形面の方の長縁で接続され、平面電極25d、25fの一部は、矩形面の方の長縁で接続される。

【0054】図10(a)に示す側面電極32は、圧電体15Aの正面右側の平板電極25bに接続され、側面電極34は圧電体15Bの正面左側の平板電極25dに接続され、側面電極37は圧電体15A、15Bの正面真中の平面電極25c、25fに接続される。また、図10(b)に示す側面電極35は圧電体15Aの正面左側の平板電極25aに接続され、側面電極36は圧電体14bの正面右側の平板電極25eに接続され、側面電極33は圧電体12A、12Bの基準電極22a、22bに接続されている。

【0055】次に、図9、10に基づいて、本実施の形態の第1の使用方法について説明する。まず、回転体51を正回転させる場合、側面電極33を基準として図10に示す全ての側面電極32、34、35、36、37に電圧を印加すると、図9に示すように、それぞれ圧電体15Aの平面電極25a、25b、25c、圧電体15Bの平面電極25d、25e、25f、圧電体12A、12Bの基準電極22a、22bに同一位相の電圧が印加される。

【0056】このとき、第1の分極部としての圧電体15Aの正面右側の分極部15bと圧電体15Bの正面左側の分極部15dが縦方向に伸長したとき、第2の分極部としての圧電体15Aの正面左側の分極部15aと圧電体15Bの正面右側の分極部15eが縦方向に収縮し、振動体10の屈曲振動を拡大させる。また、第3の分極部としての圧電体15Aの真中の分極部15cおよび圧電体14Bの真中の分極部15fは、縦方向へ同一位相で伸縮振動し、振動体10の伸縮運動を拡大させる。

【0057】そして、出力取出部材31は拡大した楕円振動を行い、回転体51はさらに大きな摩擦力を受け

て、高速で正回転する。以上より、本実施の形態によれば、圧電体15A、15Bの分極処理に工夫を施し、振動体10の伸縮運動および屈曲振動とともに拡大し、出力取出部材31は拡大した楕円振動を行うようにしたので、回転体51はさらに高速で回転し、高出力の超音波モータが得られる。

【実施の形態5】図11、図12は、本発明を超音波モータに適用した実施の形態4を示し、図11は、基本の積層構造を、図12は側面電極の配置を示す。

【0058】本実施の形態は、実施の形態2と略同様の構成であり、図11(b)、(c)、(d)、(f)に示すように、圧電体13A、圧電体12A、12B、12Cについては説明を省略する。本実施の形態の特徴は、図11(a)、(e)に示すように、第1および第2の圧電体としての圧電体16A、16Bの矩形面の長辺を2等分して、各々の等分面26a、26b、26c、26dに対応して平面電極25a、25b、25c、25dを固定した点にある。そして、圧電体16Aの平面電極26b、圧電体16Bの平面電極26cに対して、図中表側をプラスとし裏側をマイナスとして分極処理を施し、圧電体16Aの平面電極26a、圧電体16Bの平面電極26dに対して、図中表側をマイナスとし裏側をプラスとして分極処理を施している。

【0059】また、圧電体16Aに固定した一方の平面電極26aの一部は、圧電体16Aの矩形面の一方の長縁で後述する側面電極と接続され、他方の平面電極26bの一部は、矩形面の他方の長縁で側面電極と接続される。また、圧電体16Bに固定した平面電極26dの一部は、矩形面の一方の長縁で接続され、平面電極26cの一部は、矩形面の他方の長縁で接続されている。

【0060】図12(a)に示すように、側面電極32は圧電振動子16Aの正面右側の平面電極26bに接続され、側面電極33は圧電体12A、12B、12Cの基準電極22a、22b、22cに接続され、側面電極34は圧電体16Bの正面左側の平面電極26cに接続される。また、同図6(b)に示すように、側面電極35は圧電体16Aの正面左側の平面電極26aに接続され、側面電極36は圧電体16Bの正面右側の平面電極26dに接続され、側面電極37は圧電体13Aの平面電極23aに接続されている。

【0061】次に、図11、12に基づいて、本実施の形態の使用方法について説明する。まず、回転体51を正回転させる場合、図12に示すように、全ての側面電極32、33、34、35、36、37に電圧を印加し、図11に示すように、それぞれ圧電体16Aの平面電極26a、26b、圧電体16Bの平面電極26c、26d、圧電体13Aの平面電極23a、圧電体12A、12B、12Cの基準電極22a、22b、22cに同一位相の電圧を印加させる。

【0062】このとき、例えば、第1の分極部としての

圧電体16Aの正面右側の分極部16bと圧電体16Bの正面左側の分極部16cが縦方向に伸長したとき、第2の分極部としての圧電体16Aの正面左側の分極部16aと圧電体16Bの正面右側の分極部16dが縦方向に収縮し、振動体10に屈曲振動を拡大させる。また、第3の圧電体としての圧電体13Aは、縦方向へ同一位相で伸縮振動し、振動体10の伸縮運動を拡大させる。

【0063】そして、出力取出部材31は拡大した楕円振動を行い、回転体51はさらに大きな摩擦力を受けて、高速で正回転する。以上より、本実施の形態によれば、圧電体16Aの正面左側の分極部16aと圧電体16Bの正面右側の分極部16dにより屈曲振動を拡大させ、また、圧電体13Aにより振動体10の伸縮運動を拡大させるようにしたので、振動体10の伸縮運動および屈曲振動はともに拡大し、回転体51はさらに高速で回転し、高出力が得られる。

【実施の形態6】図13は本発明を超音波モータに適用した実施の形態6の側面構造を示す。

【0064】本実施の形態は、実施の形態1と略同様の構成であるが、振動体10を固定するとともに、一对の出力取出部材38、39を積層方向に対して垂直方向の縁部に固定し、出力取出部材38、39を移動体54に当接させた点に特徴を有する。これによれば、屈曲振動と伸縮振動を合成した楕円振動は振動体10の横方向でも生じるので、出力取出部材38、39に当接される移動体54は、上述したような圧電振動子の使用方法によって、右方向または左方向へ直線運動する。

【実施の形態7】図14は本発明を超音波モータに適用した実施の形態7の構造を示す。

【0065】本実施の形態は、図中Z点を中心とする球状ロータ55に対して90°開いた状態で、2つの振動体10A、10Bを配置し、各々の出力取出部材31A、31Bを球状ロータ55に当接させた点に特徴を有する。ここで、振動体10Aおよび振動体10Bは、例えば、実施の形態2と同様の積層構造および電極配置を有し、電圧を印加する電極の選択により、伸縮振動のみ、屈曲振動のみ、または前者を合成した楕円振動を生じる。

【0066】次に、図14に基づいて、本実施の形態の使用方法について説明する。まず、球状ロータ55を3軸方向へ運動させる場合、振動体10Aおよび振動体10Bともに、振動させればよい。このとき、出力取出部材31A、31Bは各々楕円振動し、出力取出部材31Aは球状ロータ55のZ軸に対する回転方向へ摩擦力を加え、出力取出部材31Bは球状ロータ55のX軸に対する回転方向へ摩擦力を加え、球状ロータ55はX軸およびZ軸回りの回転を同時に行い、3軸運動が実現される。

【0067】一方、球状ロータ55を一方向へ回転させる場合、振動体10Aに合成振動を生じさせ、振動体1

0 Bに伸縮振動のみを生じさせればよい。このとき、出力取出部材31 Aは、球状ロータ55にZ軸の回転方向へ摩擦力を加え、出力取出部材31 Bは、伸縮して球状ロータ55の中心方向へ力を加えるのみなので、球状ロータ55のZ軸を中心とした回転を妨げない。

【0068】以上より、本実施の形態によれば、2つの振動体10 A、10 Bを用いることにより、球状ロータ55の一方方向への回転運動、および3軸方向の運動が実現される。

【実施の形態8】図15は本発明に係わる超音波モータを電子機器に適用した実施の形態8のブロック図を示す。

【0069】本電子機器は、前述の振動体10と、振動体10により移動される移動体61と、移動体61と振動体10に押圧力を加える加圧機構62と、移動体10と連動して可動する伝達機構63と、伝達機構63の動作に基づいて運動する出力機構64を備えることにより実現する。ここで、伝達機構63には、例えば、歯車、摩擦車等の伝達車を用いる。出力機構64には、例えば、カメラにおいてはシャッター駆動機構、レンズ駆動機構を、電子時計においては指針駆動機構、カレンダー駆動機構を、工作機械においては刃具送り機構、加工部材送り機構等を用いる。

【0070】本実施の形態に係わる超音波モータ付電子機器としては、例えば、電子時計、計測器、カメラ、プリンタ、印刷機、工作機械、ロボット、移動装置などにおいて実現される。また、移動体61に出力軸を取り付け、出力軸からトルクを伝達するための動力伝達機構を有する構成にすれば、超音波モータ自体で駆動機構が実現される。

【0071】

【発明の効果】以上より、請求項1記載の発明によれば、第1の圧電体の分極部と第2の圧電体の分極部は、各々分極方向へ伸縮し、それぞれの縦方向の振動の重ね合わせより伸縮振動と曲げ振動を生じるようにしたので、圧電縦効果による縦方向の振動を利用することで出力が大きく電気エネルギーの高効率な利用が図られる。

【0072】また、圧電振動子を固定手段を用いることなく一体に積層することで、振動を抑制しないで、振動方向を一定に保つようにしたので、各圧電振動子の振動のロス、振動方向のばらつきを防止し、装置構成を簡略化する。請求項2記載の発明によれば、異なる位相の屈曲振動を生じさせ、逆回転の楕円振動を取り出し、または、第2の分極部を異なる位相で第1の分極部と同時に励振させ屈曲振動を拡大させるようにしたので、正逆両方向の駆動力が得られるとともに、屈曲振動の変位又は位相変化により出力が調整される。

【0073】請求項3記載の発明によれば、伸縮振動を拡大するようにしたので、高出力の超音波モータが実現される。請求項4記載の発明によれば、伸縮振動を拡大

するようにしたので、高出力の超音波モータが実現される。請求項5記載の発明によれば、圧電振動子の横方向で移動体を移動する。

【0074】請求項6記載の発明によれば、球状の移動体は任意の運動を行う。請求項7記載の発明によれば、超音波モータを用いた電子機器が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、本発明を超音波モータに適用した実施の形態1の平面構造を示す説明図であり、(b)は、断面構造を示す説明図である。

【図2】(a)、(c)は図1に係わる圧電振動子の平面構造を示し、(b)、(d)は圧電体の構造を示す説明図である。

【図3】(a)は図1に係わる一方の側面電極の構造を示し、(b)は図1に係わる他方の側面電極の構造を示す説明図である。

【図4】図1に係わる振動体の振動状態を示す説明図である。

【図5】本発明を超音波モータに適用した実施の形態2を示し、(a)、(c)、(e)は、圧電振動子の平面構造を示し、(b)、(d)、(f)は、圧電体の平面構造を示す説明図である。

【図6】(a)は図5に係わる一方の側面電極の配置を示し、(b)は他方の側面電極の配置を示す説明図である。

【図7】本発明を超音波モータに適用した実施の形態3を示し、(a)、(c)は圧電振動子の平面構造を、(b)、(d)は圧電体の平面構造を示す説明図である。

【図8】(a)は図7に係わる一方の側面電極の配置を示し、(b)は他方の側面電極の配置を示す説明図である。

【図9】本発明を超音波モータに適用した実施の形態4を示し、(a)、(c)は圧電振動子の平面構造を、(b)、(d)は圧電体の平面構造を示す説明図である。

【図10】(a)は図9に係わる一方の側面電極の配置を示し、(b)は他方の側面電極の配置を示す説明図である。

【図11】本発明を超音波モータに適用した実施の形態5を示し、(a)、(c)は圧電振動子の平面構造を、(b)、(d)は圧電体の平面構造を示す説明図である。

【図12】(a)は図11に係わる一方の側面電極の配置を示し、(b)は他方の側面電極の配置を示す説明図である。

【図13】本発明を超音波モータに適用した実施の形態6の側面構造を示す説明図である。

【図14】本発明を超音波モータに適用した実施の形態7の構造を示す説明図である。

【図15】本発明を超音波モータに適用した実施の形態8のブロックを示す説明図である。

【図16】従来技術に係わる超音波モータの斜視方向の構造を示す説明図である。

【符号の説明】

10 振動体

11A 圧電振動子（第1の圧電振動子）

11D 圧電振動子（第2の圧電振動子）

11a 分極部（第2の分極部）

11b 分極部（第1の分極部）

11c 分極部（第1の分極部）

11d 分極部（第2の分極部）

12 圧電体

13A 圧電振動子（第3の圧電振動子）

14A 圧電振動子（第1の圧電振動子）

14B 圧電振動子（第2の圧電振動子）

14a 分極部（第2の分極部）

14b 分極部（第1の分極部）

14c 分極部（第3の分極部）

14d 分極部（第1の分極部）

14e 分極部（第2の分極部）

14f 分極部（第3の分極部）

15A 圧電振動子（第1の圧電振動子）

15B 圧電振動子（第2の圧電振動子）

15a 分極部（第2の分極部）

15b 分極部（第1の分極部）

15c 分極部（第3の分極部）

15d 分極部（第1の分極部）

15e 分極部（第2の分極部）

10 15f 分極部（第3の分極部）

16A 圧電振動子（第1の圧電振動子）

16B 圧電振動子（第2の圧電振動子）

16a 分極部（第2の分極部）

16b 分極部（第1の分極部）

16c 分極部（第1の分極部）

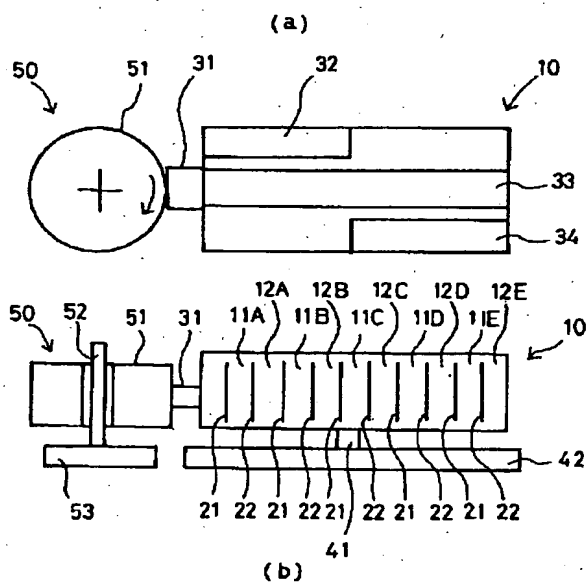
16d 分極部（第2の分極部）

32~37 側面電極

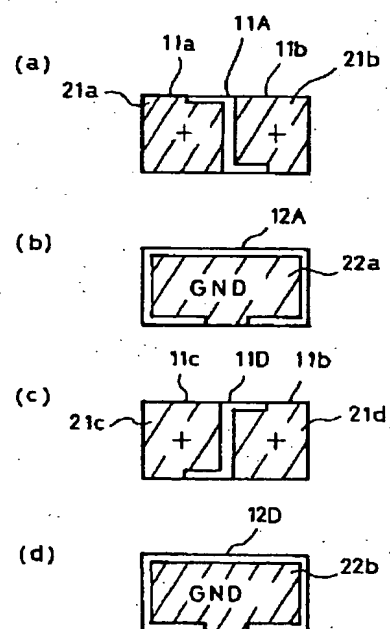
50 移動体

51 回転体

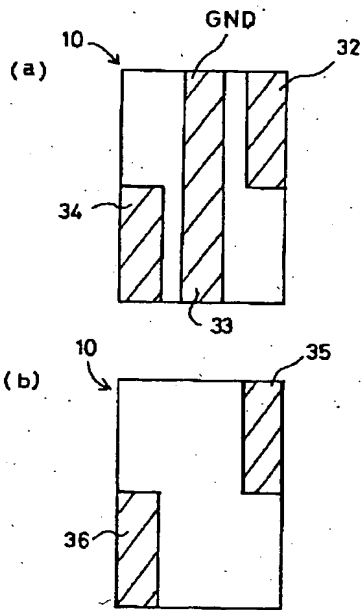
【図1】



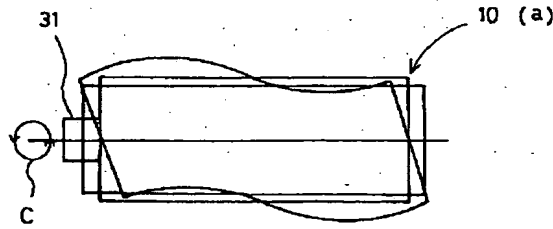
【図2】



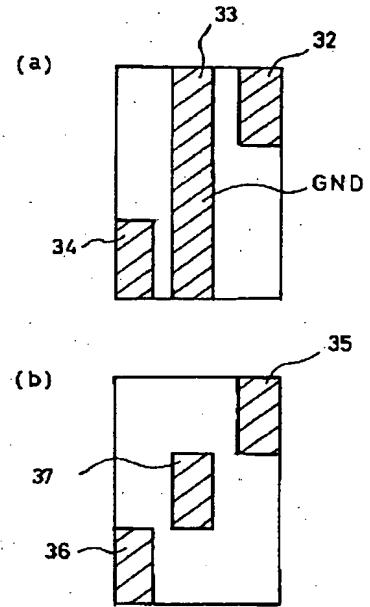
【図3】



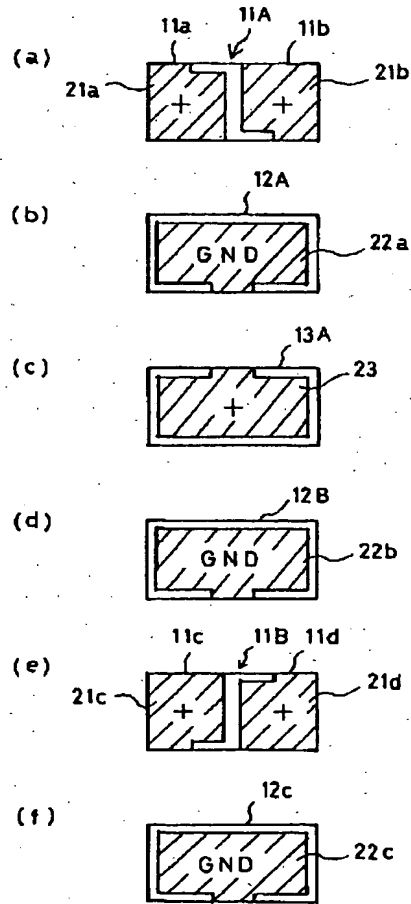
【図4】



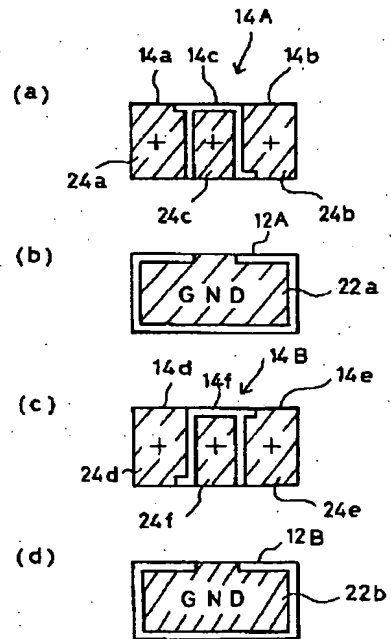
【図6】



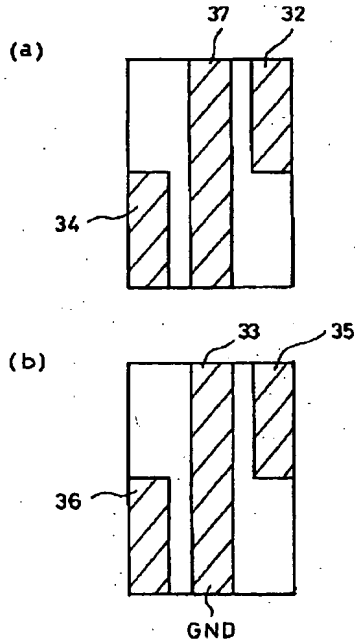
【図5】



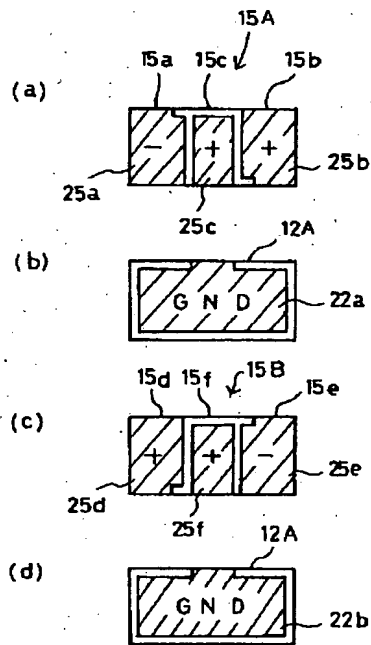
【図7】



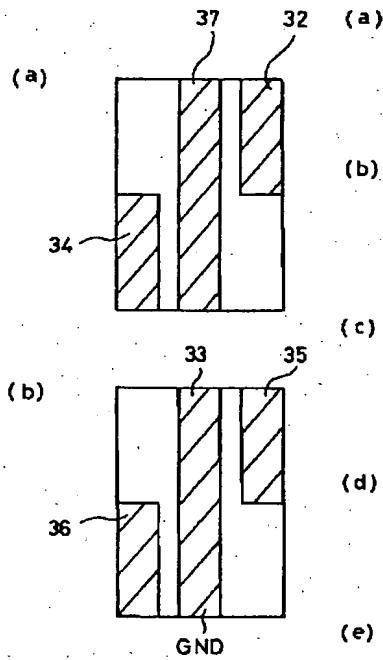
【図8】



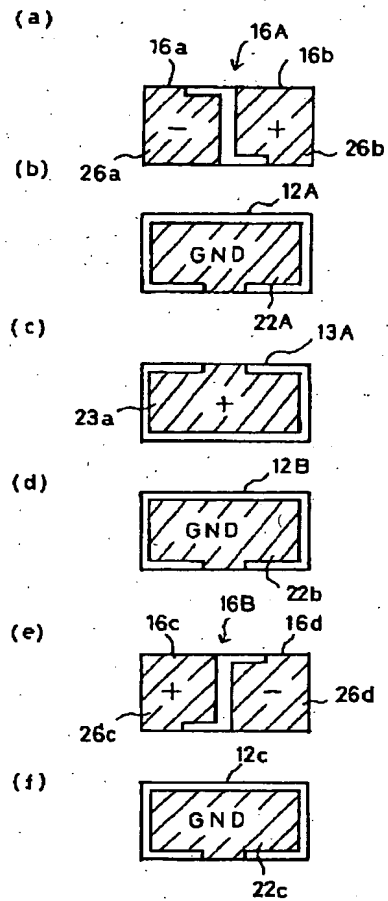
【図9】



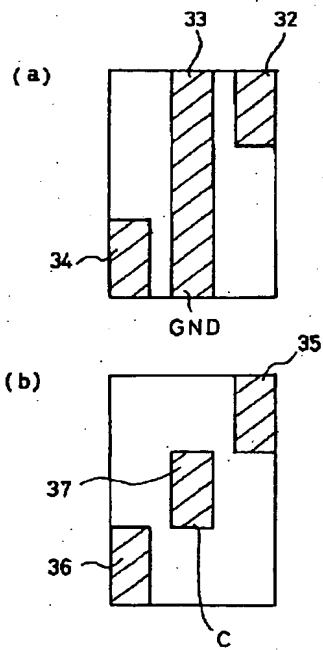
【図10】



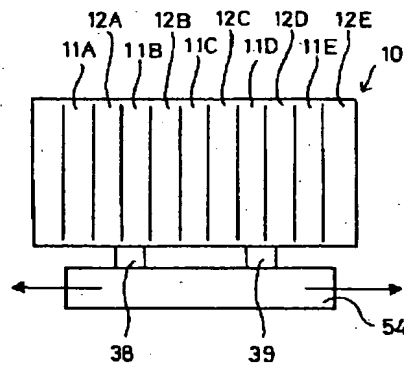
【図11】



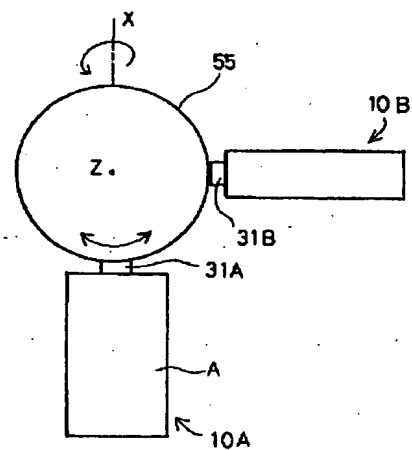
【図12】



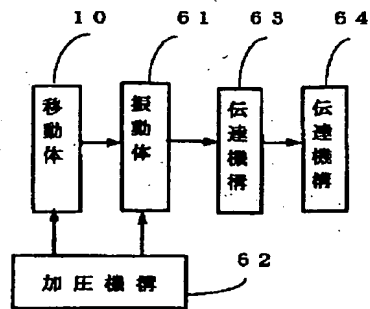
【図13】



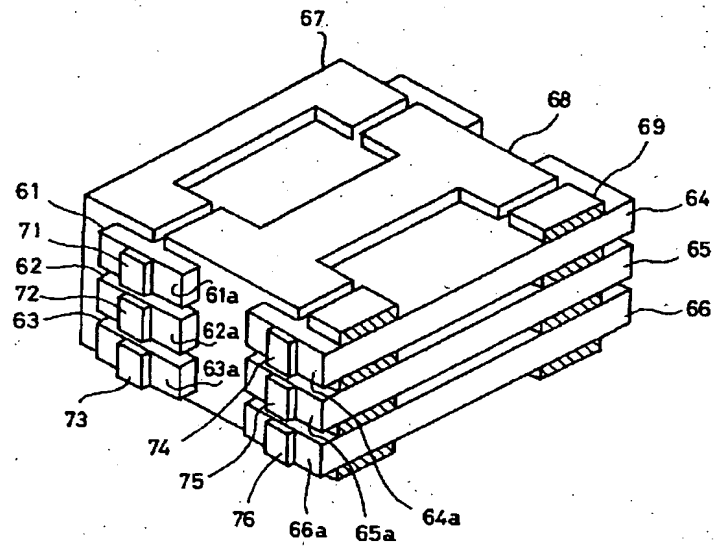
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 賢二
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ
イコーインスツルメンツ株式会社内